



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Электротехнический факультет

(наименование факультета)

Кафедра электротехники и электромеханики

(наименование кафедры, ведущей дисциплину)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

31 01 2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Электромагнитные расчеты в электромеханических преобразователях»

(наименование дисциплины по учебному плану)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа бакалавриата

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность (профиль)
образовательной программы

«Электромеханика»;
«Конструирование и технологии в электротехнике»;
«Электроснабжение»

Квалификация выпускника: бакалавр

Выпускающая кафедра:

Электротехника и электромеханика
Конструирование и технологии в электротехнике
Микропроцессорные средства автоматизации

Форма обучения: очная

Курс: 2. Семестр(ы): 3, 4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 3Е

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч

Виды контроля:

Экзамен: - **нет** Диф. зачет - **4** Зачет: - **3** Курсовой проект: - **нет** Курсовая работа: - **нет**

Пермь 2017

Учебно-методический комплекс дисциплины

Электромагнитные расчеты в электромеханических преобразователях

разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «3» сентября 2015г. номер приказа «955» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»;

- компетентностным моделям выпускника ОПОП по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профилям «Электромеханика» и «Электроснабжение», утверждённым «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);

- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профилю «Конструирование и технологии в электротехнике», утверждённым «28» апреля 2016 г.;

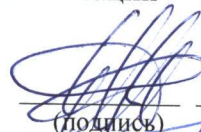
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профилям «Электромеханика», «Конструирование и технологии в электротехнике» и «Электроснабжение», утверждённого «28» апреля 2016 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин: Математика, Физика, Химия, Экология, Электротехническое и конструкционное материаловедение, Теоретическая механика, Информатика, Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, Учебная практика (по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности), Общая энергетика, Электрические машины, Силовая электроника, Прикладная механика, Электрический привод, Электрические машины 2, Проектирование электромеханических преобразователей, Научно-исследовательская работа студентов, Теория автоматического управления, Учебная практика (по получению первичных профессиональных умений и навыков), Преддипломная практика (практика для выполнения выпускной квалификационной работы), Математическое моделирование электромеханических преобразователей, Специальные разделы прикладной механики, Инженерный эксперимент, Конструирование электрических машин, Микромашины систем автоматики, Несимметричные режимы электрических машин, Частотно-преобразовательная техника для электромеханики, Переходные процессы в электрических машинах, Системы управления электрическим приводом, Электрические и компьютерные измерения в электромеханике, Компьютерные технологии в электромеханике, Задачи электромеханики, Моделирование магнитных полей, Технология производства электромеханических преобразователей, Системы управления и автоматизации электромеханическими преобразователями

Разработчик

канд.техн.наук

(учёная степень, звание)



(подпись)

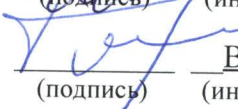
Е.А. Чабанов

(инициалы, фамилия)

Рецензент

канд.техн.наук, доц.

(учёная степень, звание)



(подпись)

В.А. Трефилов

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Электротехника и электромеханика» «22» декабря 2016 г., протокол № 10..
Заведующий кафедрой
«Электротехника и электромеханика»,

д-р техн. наук, доц.
(учёная степень, звание)


(подпись)

Б.В. Кавалеров
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией электротехнического
факультета «23» декабря 2016 г., протокол № 12
Председатель учебно-методической комиссии
электротехнического факультета

канд. техн. наук, проф.
(учёная степень, звание)


(подпись)

А.Л. Гольдштейн
(инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой «Электротехника и
электромеханика»,

д-р. техн. наук, доц.


(подпись)

Б.В. Кавалеров

Заведующая кафедрой « Конструирование
и технологии в электротехнике»,

д-р техн. наук, проф.


(подпись)

Н.М. Труфанова

Заведующий кафедрой «Микропроцессорные
средства автоматизации», канд. техн. наук, доц.


(подпись)

А.Б. Петроченков

Начальник управления образовательных
программ, канд. техн. наук, доц.


(подпись)

Д. С. Репецкий

1 Общие положения

1.1. Цель учебной дисциплины

Цель дисциплины – получение студентами теоретических знаний по методам расчёта электрических и магнитных полей в электрических машинах; приобретение умений и практических навыков электромагнитных расчётов и разработки соответствующих приобретенным теоретическим знаниям алгоритмов программ.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает части следующих общепрофессиональных компетенций (таблица 1.1).

Таблица 1.1 Профессиональные компетенции, заданные ФГОС ВПО по направлению подготовки.

№ п.п	Компетенции, формируемые на основании базовых учебных планов	
	Код компетенции	Формулировка компетенции
1	ОПК-1	способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
2	ОПК-2	способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

1.2 Задачи учебной дисциплины:

Изучение способов математического описания электромагнитных процессов, протекающих в электрических машинах с использованием уравнений электромагнитного поля (уравнений математической физики); численных методов решения краевых задач (одномерных, многомерных, стационарных, нестационарных, линейных, нелинейных); алгоритмов и методов реализации при программировании систем уравнений математических моделей; устойчивости и экономичности получаемых при программировании математических моделей.

Формирование умения математического описания электромагнитных процессов, протекающих в электрических машинах с использованием уравнений электромагнитного поля; применения численных методов решения краевых задач; разработки алгоритмов и методов реализации систем уравнений математических моделей при программировании; определения устойчивости и экономичности получаемых при программировании математических моделей.

Формирование навыков практического использования математического описания электромагнитных процессов, протекающих в электрических машинах; практического применения численных методов решения краевых задач; реализации алгоритмов и методов программирования систем уравнений математических моделей; определения устойчивости и экономичности получаемых при программировании математических моделей.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- математическое описание электромагнитных процессов электрических машин на основе уравнений электромагнитного поля;
- численные методы решения стационарных краевых задач;
- численные методы решения нестационарных краевых задач;
- методы реализации и программирования систем уравнений математических моделей;
- оценка правильности работы математической модели и точности получаемых при моделировании результатов.

1.4 Место дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников.

Дисциплина «Электромагнитные расчеты в электромеханических преобразователях» относится к *вариативной части* блока 1 Дисциплины (модули) и является *дисциплиной по выбору студентов* при освоении ОПОП по профилям:

- «Электромеханика»;
- «Конструирование и технологии в электротехнике»;
- «Электроснабжение».

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

Знать:

- основные информационные технологии электромагнитных расчетов;
- основные численные методы решения краевых задач;
- основы физико-математического аппарата, применяемого при электромагнитных расчетах электромеханических преобразователей;

Уметь:

- применять информационные технологии электромагнитных расчетов;
- анализировать естественно-научную сущность поставленной задачи и применять к ней основные численные методы решения краевых задач;
- анализировать естественно-научную сущность поставленной краевой задачи и применять к ней основы физико-математического аппарата, применяемого при электромагнитных расчетах;

Владеть:

- навыками практического использования информационных технологий электромагнитных расчетов;
- навыками применения основных численных методов решения краевых задач;
- навыками применения основ физико-математического аппарата, применяемого при электромагнитных расчетах.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование частей компетенции	Предшествующие дисциплины	Группы последующих дисциплин
ОПК-1	способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	Информатика, Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, Учебная практика (по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности)	Электрические машины 2, Проектирование электромеханических преобразователей, Научно-исследовательская работа студентов, Теория автоматического управления, Учебная практика (по получению первичных профессиональных умений и навыков), Преддипломная практика (практика для выполнения выпускной квалификационной работы), Математическое моделирование электромеханических преобразователей, Инженерный эксперимент, Конструирование электрических машин, Микромашины систем автоматики, Несимметричные режимы электрических машин, Частотно-преобразовательная техника для электромеханики, Переходные процессы в электрических машинах, Компьютерные технологии в электромеханике, Задачи электромеханики, Моделирование магнитных полей, Технология производства электромеханических преобразователей
ОПК-2	способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Математика, Физика, Химия, Экология, Электротехническое и конструкционное материаловедение, Теоретическая и механика	Общая энергетика, Электрические машины, Силовая электроника, Прикладная механика, Электрический привод, Электрические машины 2, Научно-исследовательская работа студентов, Теория автоматического управления, Специальные разделы прикладной механики, Инженерный эксперимент, Микромашины систем автоматики, Несимметричные режимы электрических машин, Переходные процессы в электрических машинах. Системы управления электрическим приводом, Электрические и компьютерные измерения в электромеханике, Моделирование магнитных полей, Системы управления и автоматизации электромеханическими преобразователями

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование
общефессиональных компетенций ОПК-1 и ОПК-2.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1

Код ОПК-1	Формулировка компетенции
	способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
Код ОПК-1 для Б1.ДВ.02.3	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий при проведении электромагнитных расчетов электромеханических преобразователей

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции студент: Знает: – принципы поиска, хранения, обработки и анализа информации, способствующей проведению электромагнитных расчетов электромеханических преобразователей; – принципы представления информации, связанной с проведением электромагнитных расчетов электромеханических преобразователей, в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.
Умеет: – осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации, способствующей проведению электромагнитных расчетов электромеханических преобразователей; – представлять информацию, связанную с проведением электромагнитных расчетов электромеханических преобразователей, в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.	Практические занятия. Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам)	Отчёт по практическим заданиям. Отчёт по ЛР.
Владеет: – практическими навыками поиска, хранения,	Самостоятельная работа по подготовке	Вопросы экзамену.

обработки и анализа информации, способствующей проведению электромагнитных расчетов электромеханических преобразователей; – навыками представления информации, связанную с проведением электромагнитных расчетов электромеханических преобразователей, в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.	к экзамену.	
---	-------------	--

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-2

Код ОПК-2	Формулировка компетенции способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
------------------	---

Код ОПК-2 для Б1.ДВ.02.3	Формулировка дисциплинарной части компетенции способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач электромагнитных расчетов электромеханических преобразователей
---------------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции студент: Знает: – основы физико-математического аппарата, применяемого при электромагнитных расчетах электромеханических преобразователей; – основные численные методы решения краевых задач.	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.
Умеет: – анализировать естественно-научную сущность поставленной задачи и применять к ней численные методы решения краевых задач, основанные на физико-математическом аппарате, применяемом при электромагнитных расчетах.	Практические занятия. Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам)	Отчёт по практическим заданиям. Отчёт по ЛР.
Владеет: – навыками практического применения численных методов решения краевых задач, основанных на физико-математическом аппарате, применяемом при электромагнитных расчетах.	Самостоятельная работа по подготовке к экзамену.	Вопросы экзамену.

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 5 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		3 семестр	4 семестр	всего
1	Аудиторная (контактная работа)	45	40	85
	- лекции (Л)	18	18	36
	- практические занятия (ПЗ)	7	-	7
	- лабораторные работы (ЛР)	18	18	36
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	4	6
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	27	68	95
	- изучение теоретического материала	12,5	32	44,5
	- подготовка к лабораторным работам	1,75	4	5,75
	- подготовка к практическим занятиям	1,75	4	5,75
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	1,75	7,5	9,25
	- подготовка отчетов по практическим занятиям	1,75	7,5	9,25
	- реферативное задание	7,5	13	20,5
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: <i>зачёт /экзамен</i>	зачет	диффер. зачет	-
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:			
	в часах (ч)	72	108	180
	в зачётных единицах (ЗЕ)	2	3	5

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1- Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
			аудиторная работа					итоговый контроль	СРС		
			всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	Введение	2	2						1	3
		1	9	3	2	4				3	12
		2	10	3	2	4	1			7	17
	Итого по модулю:		21	8	4	8	1	0	11	32/0,89	
	2	3	11	5	2	4			8	19	
4		13	5	1	6	1		8	21		
2	Итого по модулю:		24	10	3	10	1	0	16	40/1,11	
3	3	5	9	5		4			18	27	
		6	11	5		4	2		18	29	
	Итого по модулю:		20	10	0	8	2	0	36	56/1,56	
4	4	7	12	6		6			30	42	
		Заклучение	8	2		4	2		2	10	
	Итого по модулю:		20	8	0	10	2	0	32	52/1,44	
Итоговая аттестация: зачет, диф. зачет											
Итого:			85	36	7	36	6	0	95	180/5	

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Введение. Основные математические понятия и определения.

Конечно-разностные методы решения дифференциальных уравнений.

Раздел 1. Введение. Основные математические понятия и определения. Конечно-разностные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.

Л–8 ч., ПЗ–4 ч., ЛР–8 ч., КСР–1 ч., СРС–11 ч.

Введение.

Л–3 ч., ПЗ–0 ч., ЛР–0 ч., КСР–0 ч., СРС–0 ч.

Содержание дисциплины. Физическое и математическое моделирование электрических машин (ЭМ). Этапы математического моделирования. Достоинства и недостатки традиционных математических моделей. Направления совершенствования математических моделей. Учебная литература.

Тема 1. Основные математические понятия и определения.

Л–3 ч., ПЗ–2 ч., ЛР–4 ч., КСР–0 ч., СРС–3 ч.

Математические функции, используемые при математическом моделировании, и способы их квантования. Уравнения математической физики и краевые задачи. Граничные условия для краевых задач электродинамики и электромагнитных полей электрических машин.

Тема 2. Конечно-разностные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.

Л–3 ч., ПЗ–2 ч., ЛР–4 ч., КСР–1 ч., СРС–7 ч.

Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Методы решения системы трёхчленных алгебраических уравнений: простая прогонка (левая, правая, встречная), циклическая прогонка, прогонка для задач с краевыми условиями интегрального типа.

Модуль 2. Методы решения нестационарных, линейных и нелинейных краевых задач.

Раздел 2. Методы решения нестационарных, линейных и нелинейных краевых задач.

Л–10 ч., ПЗ–3 ч., ЛР–10 ч., КСР–1 ч., СРС–16 ч.

Тема 3. Методы решения нестационарных краевых задач.

Л–5 ч., ПЗ–2 ч., ЛР–4 ч., КСР–0 ч., СРС–8 ч.

Аппроксимация дифференциальных операторов в нестационарных краевых задачах. Явные и неявные схемы. Точность и устойчивость решения краевой задачи.

Тема 4. Линейные и нелинейные краевые задачи.

Л–5 ч., ПЗ–1 ч., ЛР–6 ч., КСР–1 ч., СРС–8 ч.

Способы аппроксимации нелинейных операторов. Явные и неявные схемы решения нелинейных краевых задач.

Модуль 3. Методы решения многомерных уравнений параболического и эллиптического типа.

Раздел 3. Методы решения многомерных уравнений параболического и эллиптического типа.

Л–10 ч., ПЗ–0 ч., ЛР–8 ч., КСР–2 ч., СРС–36 ч.

Тема 5. Методы решения многомерных уравнений параболического типа.

Л–5 ч., ПЗ–0 ч., ЛР–4 ч., КСР–0 ч., СРС–18 ч.

Явные и неявные схемы. Метод переменных направлений. Методы суммарной аппроксимации.

Тема 6. Методы решения уравнений эллиптического типа.

Л–5 ч., ПЗ–0 ч., ЛР–4 ч., КСР–2 ч., СРС–18 ч.

Прямые и итерационные методы. Метод разделения переменных. Методы решения многомерных уравнений с переменными коэффициентами. Итерационные методы.

Модуль 4. Вариационные методы решения дифференциальных уравнений. Заключение.

Раздел 4. Вариационные методы решения дифференциальных уравнений. Заключение.

Л–8 ч., ПЗ–0 ч., ЛР–10 ч., КСР–2 ч., СРС–32 ч.

Тема 7. Вариационные методы решения дифференциальных уравнений математических моделей.

Л–6 ч., ПЗ–0 ч., ЛР–6 ч., КСР–0 ч., СРС–30 ч.

Понятие о вариационных методах решения уравнений в частных производных. Метод конечных элементов, метод Рунге, метод Бундмана-Галёркина.

Заключение.

Л–2 ч., ПЗ–0 ч., ЛР–4 ч., КСР–2 ч., СРС–2 ч.

4.3. Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2-Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование тем практических занятий
1	1	Математические функции, используемые при математическом моделировании, и способы их квантования.
2	1	Уравнения математической физики и краевые задачи. Граничные условия для краевых задач электродинамики и электромагнитных полей электрических машин.
3	2	Разностная аппроксимация дифференциальных операторов. Методы решения системы трёхчленных алгебраических уравнений. Введение в простую прогонку.
4	2	Простая прогонка (левая, правая, встречная), циклическая прогонка, прогонка для задач с краевыми условиями интегрального типа.
5	3	Аппроксимация дифференциальных операторов в нестационарных краевых задачах. Явные и неявные схемы. Точность и устойчивость решения краевой задачи.
6	4	Способы аппроксимации нелинейных операторов. Явные и неявные схемы решения нелинейных краевых задач.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3. Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование тем лабораторных работ
1	1	Исследование математических функций, используемых при электромагнитных расчетах электромеханических преобразователей.
2	1	Исследование способов квантования математических функций с учетом задания различных типов граничных условий.
3	2	Исследование методов простой прогонки: левая, правая, встречная.
	2	Исследование методов циклической прогонки, прогонки для задач с краевыми условиями интегрального типа.
4	3	Исследование методов решения нестационарных линейных краевых задач.
5	4	Исследование методов решения нестационарных нелинейных краевых задач.
6	5	Исследование методов решения многомерных уравнений параболического типа: явные и неявные схемы.
7	5	Исследование методов решения многомерных уравнений параболического типа: метод суммарной аппроксимации.
8	6	Исследование методов решения уравнений эллиптического типа: метод разделения переменных.
9	6	Исследование методов решения уравнений эллиптического типа: метод решения многомерных уравнений с переменными коэффициентами.
10	7	Исследование вариационных методов решения дифференциальных уравнений: вариационно-разностный метод Рунге.
11	7	Исследование вариационных методов решения дифференциальных уравнений: проекционный метод Бунднова-Галёркина
12	7	Исследование вариационных методов решения дифференциальных уравнений: метод конечных элементов

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится в п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
Введение	Изучение теоретического материала.	0,5
	Реферат.	0,5
1	Изучение теоретического материала.	1
	Подготовка к практическому занятию.	0,25
	Подготовка к лабораторной работе.	0,25
	Подготовка отчётов по лабораторным работам.	0,25
	Подготовка отчётов по практическим занятиям.	0,25
	Реферат.	1
2	Изучение теоретического материала.	3
	Подготовка к практическому занятию.	0,5
	Подготовка к лабораторной работе.	0,5
	Подготовка отчётов по лабораторным работам.	0,5
	Подготовка отчётов по практическим занятиям.	0,5
	Реферат.	2
3	Изучение теоретического материала.	4
	Подготовка к практическому занятию.	0,5
	Подготовка к лабораторной работе.	0,5
	Подготовка отчётов по лабораторным работам.	0,5
	Подготовка отчётов по практическим занятиям.	0,5
	Реферат.	2
4	Изучение теоретического материала.	4
	Подготовка к практическому занятию.	0,5
	Подготовка к лабораторной работе.	0,5
	Подготовка отчётов по лабораторным работам.	0,5
	Подготовка отчётов по практическим занятиям.	0,5
	Реферат.	2
5	Изучение теоретического материала.	8
	Подготовка к практическому занятию.	1
	Подготовка к лабораторной работе.	1
	Подготовка отчётов по лабораторным работам.	2
	Подготовка отчётов по практическим занятиям.	2
	Реферат.	4
6	Изучение теоретического материала.	8
	Подготовка к практическому занятию.	1
	Подготовка к лабораторной работе.	1
	Подготовка отчётов по лабораторным работам.	2
	Подготовка отчётов по практическим занятиям.	2
	Реферат.	4
7	Изучение теоретического материала.	15
	Подготовка к практическому занятию.	2
	Подготовка к лабораторной работе.	2
	Подготовка отчётов по лабораторным работам.	3
	Подготовка отчётов по практическим занятиям.	3
	Реферат.	5
Заключение	Изучение теоретического материала.	1
	Подготовка отчётов по лабораторным работам.	0,5
	Подготовка отчётов по практическим занятиям.	0,5
Итого (ч/3Е)		95/2,64

5.2. Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно.

Тема 1. Граничные условия для краевых задач электродинамики и электромагнитных полей электрических машин.

Тема 2. Циклическая прогонка, прогонка для задач с краевыми условиями интегрального типа.

- Тема 3. Точность и устойчивость решения краевой задачи.
Тема 4. Неявные схемы решения нелинейных краевых задач.
Тема 5. Методы суммарной аппроксимации.
Тема 6. Итерационные методы.
Тема 7. Разновидности метода конечных элементов.

5.3. Курсовой проект (курсовая работа)

Курсовой проект не предусмотрен.

5.4. Реферативная работа

Реферативная работа стандартного типа готовится по предложенной учебной тематике с опорой на рекомендованную литературу.

Студентам предлагаются следующие темы реферативных работ (приведены примеры, полный перечень тем предлагается студентам в начале обучения):

- Методы решения многомерных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами;
- Вариационно-разностный метод Рунге решения дифференциальных уравнений;
- Решение многомерных нестационарных краевых задач с использованием явных и неявных схем;
- Проекционный метод Бундмана- Галёркина (метод Галёркина) решения дифференциальных уравнений.

5.5. Расчетно-графические работы

Расчетно-графические работы не предусмотрены.

5.6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем; отработка у обучающихся навыков взаимодействия в составе коллектива; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся

в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

6. Фонд оценочных средств дисциплины

6.1. Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме контрольных работ.

6.2. Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании разделов и модулей дисциплины в следующих формах:

- бланочное тестирование (модули 1, 2, 3).

6.3. Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Зачет, дифференцированный зачет

- Зачет, дифференцированный зачет по дисциплине проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса (выборочно один из модуля 1 или 2 и второй из модуля 3 или 4) и одно практическое задание (выборочно из модуля 1, 2 или 3).

- Оценка дифференцированного зачета выставляется с учётом результатов рубежной аттестации.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, контрольные задания к зачету и дифференцированному зачету, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины («ЗУВь»)	Вид контроля						
	Т Т	Р Т	К Р	ГР (КР)	Тре н. (ЛР)	Рефе рат	Экза мен
В результате освоения компетенции студент: Знает:							
– принципы поиска, хранения, обработки и анализа информации, способствующей проведению электромагнитных расчетов электромеханических преобразователей (ОПК-1);	+	+				+	
– принципы представления информации, связанной с проведением электромагнитных расчетов электромеханических преобразователей, в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);	+	+				+	

- основы физико-математического аппарата, применяемого при электромагнитных расчетах электромеханических преобразователей (ОПК-2);	+	+				+	
- основные численные методы решения краевых задач (ОПК-2).	+	+				+	
Умеет:							
– осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации, способствующей проведению электромагнитных расчетов электромеханических преобразователей (ОПК-1);		+			+		
– представлять информацию, связанную с проведением электромагнитных расчетов электромеханических преобразователей, в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);		+			+		
- анализировать естественно-научную сущность поставленной задачи и применять к ней численные методы решения краевых задач, основанные на физико-математическом аппарате, применяемом при электромагнитных расчетах (ОПК-2).		+			+		
Владет:							
– практическими навыками поиска, хранения, обработки и анализа информации, способствующей проведению электромагнитных расчетов электромеханических преобразователей (ОПК-1);							+
– навыками представления информации, связанную с проведением электромагнитных расчетов электромеханических преобразователей, в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);							+
- навыками практического применения численных методов решения краевых задач, основанных на физико-математическом аппарате, применяемом при электромагнитных расчетах (ОПК-2).							+

7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине в 3-м семестре

Виды работ	Распределение часов по учебным неделям в 3-м семестре																		Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	72ч 2 з.е.
Раздел	Р1									Р2									
Лекции	2		2		2		2		2		2		2		2		2		18
ЛР		2		2		2		2		2		2		2		2		2	18
ПЗ		2		2		2		1											7
КСР										1								1	2
ИТМ	0,5		1		1		1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	12,5
Подготовка к ПЗ и ЛР	0,2 5		0,2 5		0,2 5		0,2 5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		3,5
Подготовка отчетов по ЛР и ПЗ		0,2 5		0,2 5		0,2 5		0,2 5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5	3,5
Реферат	0,5		0,5		0,5		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	7,5
Модуль	М1									М2									
Контр. тестирование				+		+			+								+		
Дисциплин. контроль																			Зачет

Таблица 7.2 – График учебного процесса по дисциплине в 4-м семестре

Виды работ	Распределение часов по учебным неделям в 4-м семестре																		Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	108ч 3 з.е.
Раздел	Р3									Р4									
Лекции	2		2		2		2		2		2		2		2		2		18
ЛР		2		2		2		2		2		2		2		2		2	18
ПЗ																			
КСР										2								2	4
ИТМ	0,5		1		1		1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	32
Подготовка к ПЗ и ЛР	1		1		1		1		1		1		1		1				8
Подготовка отчетов по ЛР и ПЗ		1		1		1		2		2		2		2		2		2	15
Реферат	1		1		1		1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	13
Модуль	М3									М4									
Контр. тестирование				+		+			+								+		
Дисциплин. контроль																			Диф. зачет

8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ДВ.02.3 Электромагнитные расчеты в электромеханических преобразователях (индекс и полное название дисциплины)	Блок 1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины) ☐ базовая часть цикла ☒ вариативная часть цикла ☐ обязательная ☒ по выбору студента
13.03.02 (код направления подготовки / специальности)	«Электроэнергетика и электротехника», профили: «Электромеханика»; «Конструирование и технологии в электротехнике»; «Электроснабжение» (полное название направления подготовки / специальности)
ЭЭ/ЭМ, КТЭ,ЭС (аббревиатура направления / специальности)	Уровень подготовки: ☐ специалист ☒ бакалавр ☐ магистр Форма обучения: ☒ очная ☐ заочная ☐ очно-заочная
2016 (год утверждения учебного плана ОПОП) Семестр(-ы): <u>3,4</u> Количество групп: <u>3</u> Количество студентов: <u>75</u> <u>Чабанов Е.А.</u> (фамилия, инициалы преподавателя) <u>Электротехнический</u> (факультет) <u>Электротехника и электромеханика</u> (кафедра) <u>доцент</u> (должность) <u>2-198-057</u> (контактная информация)	

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Беляев Е.Ф. Дискретно-полевые модели электрических машин: учеб. пособие: в 2 ч. Ч. 1. Численные методы расчета магнитных полей. –Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2006. – 165 с.	50
2	Беляев Е.Ф., Шулаков Н.В. Дискретно-полевые модели электрических машин: учеб. пособие. Ч. I, II. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2009. – 457 с.	50
3	Бахвалов НС, Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - М.: ЛБЗ, 2003- 632 с.	20
4	Владимиров В.С, Жаринов В.В. Уравнения математической физики: Учебник для вузов. - М.: Физико-математическая литература, 2003. - 399 с.	112
5	Калиткин Н.Н. . Численные методы. - М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва "Наука", 1978. - 512 с.	8

Карта книго-
 обеспеченности
 в библиотеку с 2019 г.

6	Марчук ПИ. Методы вычислительной математики: Учеб. пособие.-изд., перераб. и доп.- М.: Наука, 1989.- 608 с.	3
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1999.-798с.	46
2	Самарский А.А. Теория разностных схем: Учеб. пособие. -3-е изд., перераб. и доп.- М.: Наука, 1989.- 656 с.	9
3	Самарский А.А. Введение в численные методы. - М.: Наука, 1987.-272 с.	64
2.2 Периодические издания		
1	Журналы "Электротехника", "Электричество"	
2.3 Нормативно-технические издания		
	ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-технической работе. Структура и правила оформления.-Минск: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001.	Техэксперт
2.4 Официальные издания		
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2	Техэксперт. 6.2014 [Электронный ресурс] : норматив.-техн. Информ. / Консорциум «Кодекс». - Версия 6.3.2.22, сетевая. - Электрон. текст. дан. - Санкт-Петербург, 1991- .- Режим доступа: Компьютер. Сеть Науч. Б-ка Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный	
3	Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный	

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку

Основные данные об обеспеченности на _____

Основная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Лиза

Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на _____

(дата контроля литературы)

Основная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Дополнительная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п .	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5

8.4 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
		+		Чабанов Е.А. Электромагнитные расчеты в электромеханических преобразователях. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Электромагнитные расчеты в электромеханических преобразователях». Электронный ресурс для бакалавров по направлению 13.03.02. –Пермь. 2016г.

9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория электрических цепей и электрических машин	ЭТиЭМ	355, гл.к.	63	30
2	Лаборатория моделирования электромеханических систем и процессов	ЭТиЭМ	350, гл.к.	50	25
3	Лаборатория электроники	ЭТиЭМ	347, гл.к.	50	25

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Стенд «Электрические цепи»	6	оперативное управление	355
2	Стенд «Электрические машины»	6	оперативное управление	355
3	Стенд «Электрические машины и электропривод»	6	оперативное управление	355
4	Стенд «Электроника»	6	оперативное управление	347
5	Компьютерный класс 12 посадочных мест с мультимедиапроектором и WI-FI	12	оперативное управление	350

Лист регистрации изменений

№ п.п .	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		